

УДК 624.159

Гембарський Л. В.,

Науково-дослідний інститут підземного і спеціального будівництва, м. Київ

ТЕХНОЛОГІЯ СПРЯЖЕННЯ НОВИХ ПЛИТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ІСНУЮЧИМИ ФУНДАМЕНТАМИ

Досліджено технологію спряження нових плитних елементів з існуючими фундаментами.

Ключові слова: *круглозубчасте спряження, плита, існуючі фундаменти, консольна балка, отвір, свердління, діамантова коронка, міцність матеріалу фундаменту*

Актуальність теми. При влаштуванні суцільної монолітної залізобетонної плити в якості нового фундаменту при реконструкції? виникає потреба в підборі технології спряження новостворюваного фундаменту з існуючими фундаментними стінами будинку. При виборі того чи іншого найбільш відомого виду спряження, таких як: заведення новостворюваної плити в існуючі фундаментні стіни в спеціально виконані штраби [1]; підведення кінців новостворюваної плити під подошву існуючого фундаменту [2]; спряження новостворюваної плити з існуючими фундаментними стінами за допомогою анкерів - необхідно враховувати багато факторів. Серед них зокрема можна виділити такі, як міцність фундаментних стін, глибину залягання фундаментів, технологію виконання робіт, об'єми робіт. Як результат застосування того чи іншого виду спряжень впливає на тривалість будівництва та його вартість. При цьому економічність та надійність обраного технологічного рішення повинно бути обгрунтовано. Оскільки існуючі технологічні рішення з влаштування спряжень мають як переваги так і недоліки, постає питання в обмеженості їх використання при змінюваності умов реконструкції фундаментної системи будівлі.

Мета та задача досліджень. Мета досліджень полягає в розробці та застосуванні деякого універсального, економічного та надійного конструктивно-технологічного спряження новостворюваної монолітної залізобетонної плити з існуючими фундаментними стрічками, який має бути позбавлений більшості відомих недоліків, та повинен підходити у більшості випадків реконструкції стрічкових фундаментів.

Автором детально досліджено технологію влаштування отворів для виконання зазначених спряжень. За результатами досліджень розроблено Технологічну карту з свердління кільцевими діамантовими коронками горизонтальних отворів в фундаментах, що підсилюються [3].

Матеріал дослідження. Конструкція різновиду реконструкції стрічкової фундаментної системи шляхом підведення суцільної монолітної залізобетонної плити, містить ребристу залізобетонну плиту приведеною товщиною біля 150 мм, яка має головні та другорядні балки і може влаштовуватись як балками догори так і донизу (рисунок 1). Головні балки влаштовують вздовж короткої сторони приміщень, а другорядні балки - перпендикулярно до них. По контуру приміщення фундаментна плита спирається на обв'язувальну балку, яка впритул примикає до стрічкових фундаментів. Головні та другорядні балки жорстко з'єднуються з обв'язувальними балками. Обв'язувальні балки спрягаються з фундаментними стрічками за допомогою круглозубчастої системи, що складаються з круглоциліндричних консольних балок, які влаштовують в існуючих фундаментних стрічках на глибину та з кроком, у відповідності з проектним рішенням (рисунок 1). В місцях примикання обв'язувальних балок до внутрішніх стрічкових фундаментів з обох боків, консольні балки перетворюються в наскрізні балки, які пропускаються через внутрішні фундаментні стрічки та з'єднуються з обв'язувальними балками суміжних приміщень.

Обв'язувальна балка окрім функції збору та перерозподілу зусиль між плитою та круглозубчастими консольними балками відіграє ще одну важливу роль. Оскільки плита від ґрунтового навантаження намагається вигнутись догори, обв'язувальна балка, в свою чергу, намагатиметься обернутись на деякий кут навколо свого центру. Для забезпечення жорсткості та неможливості зміщення обв'язувальної балки, консольні балки необхідно влаштовувати в одній площині з полкою ребристої плити, а обв'язувальну балку виконувати висотою, що у 1,3-1,5 разів перевищує діаметр консольної балки. Таким чином у обв'язувальної балки у верхній її частині збільшується площа контакту з існуючими фундаментами та робиться неможливим зміщення між ними від дії згинального моменту.

Для влаштування консольних балок в стрічкових фундаментах виконується свердління отворів з подальшим монтажем армокаркасу та бетонуванням. Для цього необхідно виконати визначену кількість робочих процесів із свердління отворів круглого перетину та визначеної глибини в існуючих фундаментних стінах.

Існуючими вітчизняними кошторисними нормами передбачено свердління отворів максимальним діаметром 202 мм виключно в залізобетонних конструкціях [4]. На практиці, матеріал стрічкових фундаментів старих будівель найчастіше складається із бутової кладки, цегляної кладки, а у південних районах країни - з місцевого природного каменю, який активно використовувався в будівництві.

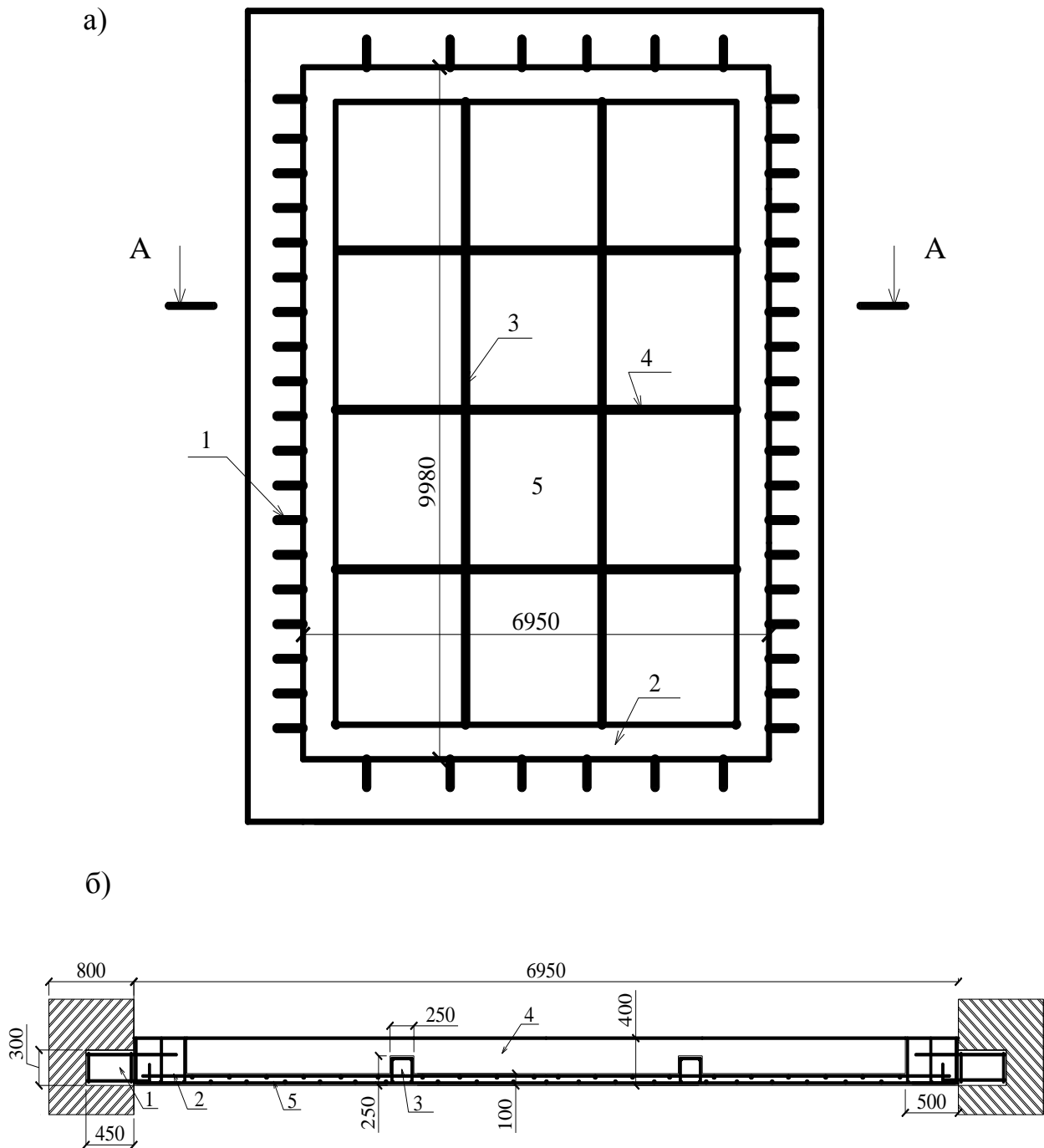


Рис.1 - Приклад виконання різновиду реконструкції фундаментної системи шляхом підведення суцільної монолітної залізобетонної плити а) - вид в плані; б) - розріз А-А (масштаб збільшено у два рази): 1 - круглоциліндрична консольна балка; 2 - об'язувальна балка; 3 - другорядна балка; 4 - головна балка; 5 – плита.

Одже, для виконання спряжень між новостворюваною плитою та існуючими конструкціями фундаментів при виконанні робіт з підсилення, виникає необхідність в розробці технології свердління отворів будь-якого діаметру в різних за матеріалом а одже і міцністю конструкціях фундаментів.

Протягом останніх 10-ти років автором детально досліджено технологію свердління отворів різного діаметру в фундаментах з різноманітного матеріалу при проведенні реконструкції фундаментних систем шляхом підведення суцільної монолітної залізобетонної ребристої плити. Дослідження технології свердління проводились при реконструкції фундаментних систем головного учбового корпусу ОНАЗ ім. О. С. Попова, лабораторного корпусу № 1 ОНАЗ ім. О. С. Попова (м. Одеса) та корпусу № 12 НТУУ "КПІ" (м. Київ). При дослідженнях враховано результати спостережень за свердлінням при здійсненні підсилення фундаментних систем Одеського театру опери та балету.

При виконанні досліджень з свердління, визначено технологію і організацію виконання робіт, норми часу праці та використання інструментів, потребу в інструментах та матеріальних ресурсах, вимоги до якості та приймання робіт.

Роботи із свердління отворів в фундаментах виконують переносною свердлильною установкою, з відповідними технічними характеристиками, зокрема з можливістю використання діамантових трубчастих коронок необхідного діаметру. Діаметр та крок консольних балок, а також отворів, які вибураються під головні та другорядні балки є розрахунковою величиною, що визначається проектом.

При виконанні проекту реконструкції фундаментних систем круглозубчаста консольна балка, як правило, приймається визначеного діаметру та глибини. Оскільки в залежності від розташування стін будівлі, товщини та міцності їх матеріалу, глибина свердління за проектом може змінюватись, досліджувалось два робочих процеса: свердління отвору визначеного діаметру та глибиною 400 мм, а також кожне додаткове свердління на глибину 100 мм.

Норми часу на свердління отворів різного діаметру та визначеною глибиною визначалось відповідно до [5], шляхом використання методу хронометражу процесу виконання свердління отворів у бутовій кладці з граніту міцністю на стиснення в середньому 80 МПа, у кладці з цегли з міцністю на стиснення в середньому 10 МПа, у кладці з вапняка-ракушняка з міцністю на стиснення в середньому 5 МПа, а також із бетону, міцністю на стиснення в середньому 20 МПа.

Під час проведення досліджень з технології свердління отворів використано установки свердлильні фірми Cedima, які обладнуються діамантовими коронками типу CIB-UNI тієї ж фірми. Типове устаткування, на якому проводились дослідження, та його технічні характеристики наведено у [3].

Орієнтовний ресурс діамантового свердла в залежності від міцності матеріалу існуючого фундаменту можна отримати з наступної формули:

$$l_{bit} = h_s \cdot C_s \quad (1)$$

де l_{bit} - орієнтовний ресурс діамантового свердла, м; h_s - висота сегменту діамантової коронки у відповідності з даними фірми-виробника, мм; C_s - стійкість сегментів діамантової коронки в залежності від міцності матеріалу існуючого фундаменту, мм.

Витрати (необхідна кількість) діамантових коронок визначаємо за наступною формулою:

$$N_{bit} = \frac{H}{l_{bit}} \quad (2)$$

де N_{bit} - кількість коронок, необхідних для виконання робіт, шт; H - загальна глибина свердління, м; l_{bit} - стійкість однієї коронки, визначається шляхом добутку стійкості діамантового сегменту на його висоту, м.

В результаті обчислення витрат коронки при свердлінні отвору діаметром 300 мм та глибиною 400 мм в залежності від міцності матеріалу фундаменту, отримуємо наступний графік (рис. 2).

Володіючи значеннями витрат коронки для свердління на глибину 400 мм, можна легко перерахувати норму витрат коронки на будь-яку глибину, в тому числі на кожне додаткове свердління на глибину 100 мм.

При зміні діаметра свердління діамантова коронка підбирається в залежності від кількості сегментів. Грунтуючись на даних фірми-виробника Cedima можна отримати функціональну залежність кількості сегментів від діаметру (рисунок 3).

Залежність, яку зображено на рисунку 3, для визначення необхідної кількості сегментів в залежності від зміни діаметру для коронки фірми Cedima, можна виразити наступною формулою:

$$N_k = 0,73D + 1,3 \quad (3)$$

де N_k - кількість сегментів коронки, шт; D - діаметр коронки, см.

Отже, при зміні діаметру свердління, витрати коронки знаходяться за формулами (1) - (2), за умови, що саму коронку підібрано з необхідною кількістю сегментів, що обчислено за формулою (3).

Свердління отворів діамантовими коронками необхідно вести з використанням води для виключення утворення шкідливого для здоров'я пилу, а також для охолодження та виносу шламу, для збільшення стійкості діамантових сегментів [6, 7].

Витрати води при свердлінні діамантовими коронками різного діаметру та в матеріалах із різною міцністю вочевидь повинні бути різними. Однак сучасні норми та рекомендації щодо кількісної міри витрат води суттєво відрізняються між собою. Так нормою витрат води при свердлінні отворів в залізобетоні діаметром 160 мм та глибиною 200 мм передбачено кількість води об'ємом біля $0,150 \text{ м}^3$ [4]. Іншими дослідженнями [6] встановлено залежність витрат води в

одиницю часу від діаметру. За цим джерелом, на свердління отвору в бетоні класу В25, діаметром 160 мм та глибиною 200 мм, води необхідно біля $0,02 \text{ м}^3$ при витраті $0,004 \text{ м}^3/\text{хв}$. Інструкцією з експлуатації свердлильної установки Cedima P-3000 встановлено мінімальну незнижувальну кількість води на рівні $0,001 \text{ м}^3/\text{хв}$. [7]. Деякі дослідники наводять докази того, що при відповідних режимах різання діамантовим інструментом, вода для охолодження взагалі не потрібна [8].

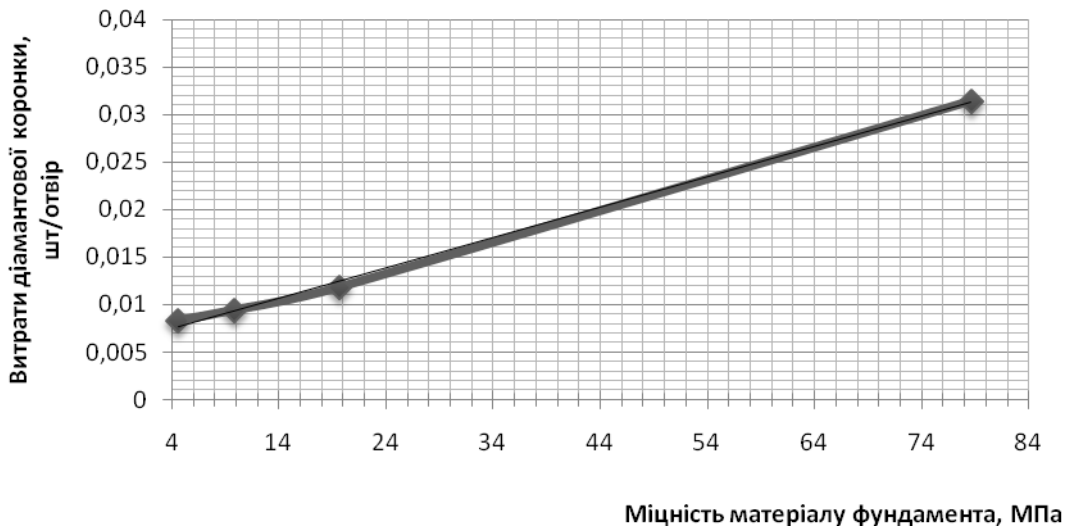


Рис. 2. Залежність витрат діамантової коронки на свердління одного отвору діаметром 300 мм глибиною 400 мм в залежності від міцності матеріалу фундаменту

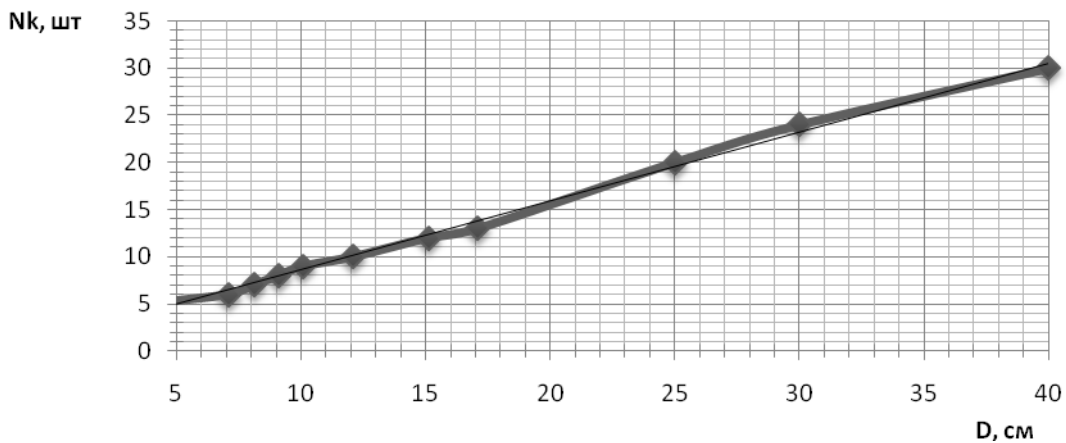


Рис. 3. Залежність кількості діамантових сегментів на коронці від діаметру: D - діаметр коронки, см; N_k - кількість діамантових сегментів, шт

Оскільки існуючі дані щодо витрат води при свердлінні отворів діамантовими коронками різняться між собою, виникла необхідність в додатковому технологічному розрахунку.

При свердлінні, для запобігання розповсюдження пилу достатньо витратити мінімальну кількість води. З іншого боку, при кількості води, що

перевищує деяку оптимальну витрату відбувається передчасний винос діамантових зерен, що також знижує ефективність свердління [6, 8].

Однак, при подачі лише мінімальної кількості води для запобігання утворення пилу виникає небезпека нагрівання діамантових сегментів та їх можливе відокремлення від сталевого тілу коронки. Тому виникає необхідність технологічного рохрахунку необхідної та достатньої кількості води для безпечного виробництва робіт з свердління та унеможливлення передчасного виходу з ладу діамантової коронки.

Нагрівання діамантових сегментів відбувається внаслідок їх тертя по матеріалу фундаменту і є частиною повної енергії, що передається від двигуна свердлильної установки [9]:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 \quad (4)$$

де E_1 - енергія пружних деформацій; E_2 - енергія пластичних деформацій; E_3 - поверхнева енергія диспергованих часток; E_4 - теплова енергія; E_5 - кінетична енергія, що передається продуктам подрібнення; E_6 - енергія, що витрачена на зміну хімічної активності матеріалу, електричного потенціалу, групування дислокацій тощо.

Одже необхідно визначити теплову енергію E_4 , що численно дорівнює роботі тертя, яка в свою чергу виникає в процесі поверхневого руйнування матеріалу фундаменту.

Енергію теплопоглинання (роботу тертя) одного діамантового сегменту можна визначити за формулою [8] з пристосуванням її складових до свердління діамантовими коронками:

$$Q_s = \mu_{тр} \cdot b_s \cdot l_s \cdot \sigma_n \cdot t_k \cdot V_p \quad (5)$$

де $\mu_{тр}$ - коефіцієнт тертя; b_s - ширина сегменту, м; l_s - довжина сегменту, м; σ_n - контактне напруження між сегментом та матеріалом, що руйнується, Па; t_k - час контактування сегменту з матеріалом, що руйнується, с; V_p - колова швидкість коронки, м/с.

Відомо, що при створенні в свердлильній установці Cedima P-3000 ручного зусилля на важіль штурвалу в 10 Н, на коронку створюється зусилля в 400 Н. З урахуванням ергономіки, людина здатна створювати ручне безперервне зусилля на рівні 10-15 % від максимального зусилля. Зважаючи на те, що максимальне зусилля становить близько 250 Н для правої руки в позиції стоя, а для лівої - на 10 % менше від правої, двома руками оператор свердлильної установки може створювати безперервне максимальне зусилля на важіль близько 50 Н. На коронку, при цьому, створюється максимальне зусилля в 2000 Н, а максимальне контактне напруження між поверхнею діамантового сегменту та матеріалом фундаментом - 695 кН/м^2 . В таблиці 2 наведено результати

розрахунків енергії теплопоглинання для різних значень зусилля на коронку діаметром 300 мм, з кількістю діамантових сегментів 24 при свердлінні отвору в граніті глибиною 400 мм.

З таблиці 2 випливає, що максимальна енергія дорівнює 453571 Дж. Згідно [9] енергетичний баланс деформування матеріалу фундаменту, з припущенням того, що все тепло йде на рівномірне нагрівання коронки, може бути виражений у вигляді першого закону термодинаміки:

$$\Delta Q_{bit} = m_{bit} \cdot c_{bit} (t_{bit2} - t_{bit1}) \quad (6)$$

де ΔQ_{bit} - кількість теплоти, що поглинає коронка (енергія теплопоглинання), Дж; m_s - маса коронки, кг; c_{bit} - питома теплоємність коронки, Дж/(кг·°C); t_{bit1} - початкова температура коронки, °C; t_{bit2} - кінцева температура коронки, °C.

Таблиця 2 - Значення витрат води для охолодження діамантової коронки діаметром 300 мм з 24 діамантовими сегментами в залежності від можливої температури нагріву коронки при свердлінні отвору у граніті глибиною 400 мм

№ з/п	Зусилля на коронку, Н	σ_n , МПа	Q_{24} , Дж	t_{bit2} , °C	m_w , кг
1	400	138,9	90727	60,3	1,1
2	800	277,8	181454	100,6	5,4
3	1200	416,7	272182	141,0	9,8
4	1600	555,6	362909	181,3	14,1
5	2000	694,4	453571	221,6	18,4

Володіючи значеннями кількості теплоти, з формули 6 отримаємо кінцеву можливу температуру нагріву коронки в залежності від зусилля на діамантову коронку (таблиця 2).

Кількість води, що необхідно витратити на відбір температури від коронки, визначається з прирівняння формул енергетичного балансу коронки та води, що має нагріватися на 5 °C:

$$\Delta Q_{bit} = \Delta Q_w, \quad (7)$$

$$m_{bit} \cdot c_{bit} (t_{bit2} - t_{bit1}) = m_w \cdot c_w (t_{w2} - t_{w1})$$

звідки

$$m_w = \frac{m_{bit} \cdot c_{bit} (t_{bit2} - t_{bit1})}{c_w (t_{w2} - t_{w1})} \quad (8)$$

де c_w - питома теплоємність води, Дж/(кг·°C); t_{w1} - початкова температура води, °C; t_{w2} - кінцева температура води, °C; m_w - кількість води, кг.

В результаті розрахунку отримано значення кількості води для недопущення підняття температури коронки (таблиця 2).

Одже, для свердління отвору у граніті діаметром 300 мм і глибиною 400 мм діамантовою коронкою з 24 сегментами, на протязі 27 хвилин необхідно витратити біля 18 л води, для того щоб температура коронки не піднімалася вище 50 °C.

Аналогічні розрахунки проведені у випадку, коли вся теплота йде на нагрівання діамантових сегментів. Результати розрахунку наведено у таблиці 3
Розрахунки виконано для:

Таблиця 3 - Значення витрат води, для охолодження діамантових сегментів до 50 °C в залежності від їх можливої температури нагріву при свердлінні отвору діаметром 300 мм у граніті глибиною 400 мм.

№ з/п	Зусилля на коронку, Н	Q_{24} , Дж	t_{s2} , °C	m_w , кг
1	400	90727	2298	4,3
2	800	181454	4576	8,6
3	1200	272182	6854	12,9
4	1600	362909	9131	17,2
5	2000	453571	11408	21,5

Таким чином, для охолодження діамантових сегментів, самої коронки, попередження пилоутворення та виносу шламу при свердлінні отвору у граніті діаметром 300 мм та глибиною 400 мм за розрахунками необхідно та достатньо біля 0,002 м³ води.

На підставі аналогічних розрахунків для матеріалів з іншою міцністю, з урахуванням того, що частина тепла витрачається на нагрівання матеріалу, при експериментальних дослідженнях показників витрат води на свердління отвору діаметром 300 мм та глибиною 400 мм визначено норму витрат води. Володіючи значенням витрат води для свердління на глибину 400 мм, можна легко перерахувати витрати води на будь-яку глибину, в тому числі на кожне додаткове свердління на глибину 100 мм. Для визначення витрат води при прміжних значення міцності матеріалу можна побудувати відповідний графік.

Аналогічно визначено витрати води при інших діаметрах в залежності від міцності матеріалу [3].

Для визначення часу, що йде на трудові операції для виконання всього робочого процесу зі свердління отвору, виконано хронометраж в різних умовах проведення робіт, різноманітних фізичних станах оператора, різних діаметрах свердління. Отримані дані узагальнено та прийнято за усереднені показники, що лягли в основу норм витрат праці та часу інструментів.

Загальний час виконання робочого процесу з основного свердління отвору визначеним діаметром та глибиною 400 мм є сума часу здійснення окремих трудових операцій:

$$T_{р.л.400} = \sum T_{т.о.400}. \quad (9)$$

Час, що витрачено на здійснення окремих трудових операцій для здійснення всього робочого процесу зі свердління одного отвору складається із наступних одиничних складових:

$$\sum T_{т.о.400} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} + t_{12} + t_{13} + t_{14} \quad (10)$$

де t_1 - тривалість свердління в існуючих конструкціях 1-го отвору діаметром 16 мм і глибиною до 100 мм під кріплення свердлильної установки, люд.-хв; t_2 - тривалість закріплення свердлильної установки до існуючої конструкції, люд.-хв; t_3 - тривалість встановлення двигуна, люд.-хв; t_4 - тривалість встановлення діамантової коронки, люд.-хв; t_5 - тривалість приєднання свердлильної установки до водогінної та електро- мережі, люд.-хв; t_6 - тривалість перевірки роботоспроможності свердлильної установки, люд.-хв; t_7 - тривалість свердління отвору заданими діаметром та глибиною, люд.-хв; t_8 - тривалість вилучення, прибирання керну та сміття, люд.-хв; t_9 - тривалість заміни діамантової коронки, люд.-хв; t_{10} - тривалість від'єднання свердлильної установки від водогінної та електромережі, люд.-хв; t_{11} - тривалість зняття свердлильної установки, люд.-хв; t_{12} - тривалість зняття двигуна, люд.-хв; t_{13} - тривалість зняття свердлильної установки, люд.-хв; t_{14} - тривалість переміщення обладнання та інвентарю, люд.-хв.

Тривалість t_1 та t_7 залежать від міцності матеріалу фундаментів, глибини свердління. Тривалість t_7 не залежить від діаметру свердління. Тривалість $t_2...t_6$ при однаковому діаметрі не залежать від міцності та тривалості свердління. З другого боку, при збільшенні діаметру, тривалість $t_2...t_6$ дещо повільно зростає.

В результаті проведеного хронометражу отримано значення тривалості трудових операцій на свердління одного отвору діаметром 300 мм та глибиною 400 мм.

Тривалість свердління t_7 залежить від швидкості горизонтального переміщення коронки:

$$t_7 = \frac{h}{v_{dr}} \quad (11)$$

де h - глибина свердління, см; V_{dr} - швидкість горизонтального переміщення в матеріалах різної міцності, см/хв, за умови дотримання розроблених автором режимів свердління [3], що базуються на результатах власних досліджень автора та з урахуванням даних фірми Cedima.

Загальний час виконання робочого процесу з кожного додаткового свердління отвору визначеного діаметру на глибиною 100 мм є сума часу здійснення окремих трудових операцій:

$$T_{р.л.100} = \sum T_{т.о.100} \quad (12)$$

Час, що витрачено на здійснення окремих трудових операцій для здійснення всього робочого процесу з кожного додаткового свердління на глибину 100 мм складається із наступних одиничних складових:

$$\sum T_{т.о.100} = t_{1д} + t_{2д} + t_{3д} \quad (13)$$

де $t_{1д}$ - тривалість встановлення подовжувача, люд.-хв; $t_{2д}$ - тривалість включення свердлильної установки, свердління отвору, люд.-хв; $t_{3д}$ - тривалість відключення свердлильної установки, виймання керну і зняття подовжувача, люд.-хв.

На підставі проведено хронометражу отримано значення тривалості трудових операцій на кожне додаткове свердління діаметром 300 мм на глибину 100 мм [3].

Аналізуючі дані тривалості трудових операцій, для ланки з двох робітників можна отримати норми часу [3].

На підставі отриманих даних можна визначити норму виробітку ланки з 2-х робітників за одну годину робочої зміни при виконанні робіт з свердління отворів в конструкціях з різного матеріалу [3].

В процесі досліджень отримано значення витрат часу праці в залежності від міцності матеріалу фундаментів, чистої роботи інструментів для різних діаметрів.

Результат досліджень розробка нової технології спряжень новостворюваних плит з існуючими фундаментами та детально розглянуто технологію виконання отворів під них. Результат досліджень розробка Технологічної карти з свердління кільцевими діамантовими коронками горизонтальних отворів в фундаментах, що підсилюються [3].

Перелік використаної літератури

1. Коновалов П. А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: "Бумажная галерея", 2000. - 320 с.
2. Винников Ю. Л., Яковлев А. В., Мукосітв В. М. Практикум з експлуатації основ і фундаментів сільських будівель. - К.: Урожай, 1995. - 144 с.

3. Технологічна карта з свердління кільцевими діамантовими коронками горизонтальних отворів в фундаментах, що підсилюються / Л.В. Гембарський, В.І. Снісаренко, М.О. Гембарська. - К.: НДІ ПІДЗЕМСПЕЦБУД, 2012. -36 с.

4. ДБН Д.2.2-46-99 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 46. Роботи при реконструкції будівель та споруд.

5. Методичні рекомендації з проектування та перегляду норм часу на будівельно-монтажні роботи", затверджені наказом Держбуду України від 2 вересня 2004 року, № 170.

6. Косолапов А. В. Использование технологии алмазной резки и сверления при ремонте и реконструкции гидротехнических сооружений: дисс. ... кандидата техн. наук : 05.23.07 / Косолапов Андрей Владимирович. - М., 2010. - 164 с.

7. Сверлильная система Р-3000. Инструкция по эксплуатации. Артикульный № 70 9998 1003, 2005. - 85 с.

8. Габбасов Б.М. Обоснование рациональных режимов работы канатно-алмазных пил при добыче природного камня в зимних условиях: дисс. ...кандидата техн. наук : 05.05.06, 25.00.22 / Габбасов Булат Маратович. - Магнитогорск., 2008. - 114 с.

9. Тангаев И. А. Энергоемкость процессов добычи и переработки полезных ископаемых. - М.: Недра, 1986. - 231 с.

Аннотация

Статья посвящена исследованию технологии новых плитных элементов с существующими фундаментами.

Ключевые слова: круглозубчатое сопряжение, плита, существующие фундаменты, консольная балка, отверстие, сверление, алмазная коронка, прочность материала фундамента

Annotation

Research is devoted to the study of new technology of plate elements with the existing foundation.

Keywords: roundtooth pair, plate, existing foundations, cantilevered beam, hole drilling, diamond crown, the strength of the base material.